

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 35 539.4

**Anmeldetag:** 20. Juli 2001

**Anmelder/Inhaber:** Mannesmann Plastics Machinery GmbH,  
München/DE

Erstanmelder: MPM Beteiligungs GmbH,  
München/DE

**Bezeichnung:** Regelverfahren für eine Spritzgießmaschine

**IPC:** B 29 C 45/77

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'H' followed by a long horizontal stroke and a small upward hook.

Hoiß

### **Regelverfahren für eine Spritzgießmaschine**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem Einspritzaggregat mit einem ersten Motor zum axialen Verschieben einer Plastifizierschnecke und einem zweiten Motor zum Drehen der Schnecke, wobei beide Motoren über eine gemeinsame Welle auf die Schnecke einwirken. Ein derartiges Einspritzaggregat für Spritzgießmaschinen ist beispielsweise aus der DE 43 44 335 C2 bekannt, wobei aber keine Aussagen über die Regelung eines solchen Aggregates gemacht werden.

Ein Verfahren zum Steuern einer Spritzgießmaschine ist aus der EP 0 528 040 B1 bekannt. In dieser Schrift ist angegeben, daß beispielsweise der Einspritzvorgang oder auch die Staudruckregelung über eine Drehmomentbegrenzung des Einspritzmotors, d.h. des Motors, der die Schnecke axial verschiebt, vorgenommen werden kann. Desweiteren wird hier vorgeschlagen, eine Lageregelung vorzunehmen, d.h. die Lage der Schnecke abhängig von einer Soll-Ist-Wert-Differenz für den Staudruck zu verändern. Dieses Regelverfahren ist jedoch bei der eingangs angegebenen Anordnung nicht sinnvoll einzusetzen.

Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Regelverfahren für den Staudruck in einer Spritzgießmaschine mit dem oben genannten Aufbau für das Einspritzaggregat anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; die abhängigen Patentansprüche betreffen vorteilhafte Weiterentwicklungen der Erfindung.

Bei dem zugrundeliegenden Aufbau wirken beide Motoren auf eine gemeinsame Welle zum Antrieb der Schnecke, und erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, zur Regelung des Staudrucks eine Drehzahldifferenz zwischen den Drehzahlen der Motoren zu verändern.

Erfindungsgemäß wird in einem Regelkreis ein Vorgabewert für die Drehzahl eines Motors (Dosiermotor) ermittelt, und dieser Wert wird einem weiteren Regelkreis für den anderen Motor (Einspritzmotor) als Sollwertvorgabe zugeführt. Vorzugsweise wird dann aus einer Soll-Ist-Differenz für den Staudruck eine Drehzahldifferenz ermittelt, die der Sollwertvorgabe addiert wird und zur Ansteuerung des Einspritzmotors dient.

Erfindungsgemäß werden somit beide Motoren (Dosier- und Einspritzmotor) zunächst mit gleicher Drehzahl angesteuert, was einen Staudruck von Null ergäbe. Der eigentliche Staudruckwert laut Sollvorgabe wird durch die Drehzahldifferenz der beiden Motoren realisiert. Durch diese zusätzlichen regelungstechnischen Maßnahmen ist das System sehr dynamisch und hoch genau und führt zu einer optimalen Staudruckregelung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1      den mechanischen Aufbau des Einspritzaggregates  
              und

Fig. 2      ein Regelschema.

Figur 1 zeigt den an sich bekannten Aufbau der rückwärtigen Teilstücke des Einspritzaggregates gemäß DE 43 44 335 C2 mit einem Schneckenzyylinder 1 und einer darin gelagerten Schnecke 2 einer ansonsten nicht näher dargestellten Spritzgießmaschine. Der Schneckenzyylinder 1 ist in einem

Gehäuse 3 angeordnet, an dem ein erster 4 und ein zweiter Hohlwellenmotor 5 befestigt sind. Die Schnecke 2 ist mit einer Bewegungsspindel 6 fest verbunden, die in einer Spindelmutter 7 geführt ist. Es handelt sich hierbei um einen Kugelspindelantrieb. Die Spindelmutter 7 ist die Hohlwelle des ersten Hohlwellenmotors 4, die mittels einer Axiallagerung 8 direkt im Motorgehäuse abgestützt ist.

In eine mit Axialnuten 9 versehene Ausnehmung 10 der Bewegungsspindel 6 ragt ein Antriebszapfen 11, der ebenfalls mit Axialnuten 12 versehen ist und somit mit der Bewegungsspindel 6 drehbar aber axialverschiebbar gekoppelt ist. Der Antriebszapfen 11 ist mit der Hohlwelle 13 des zweiten Hohlwellenmotors 5 fest verbunden, die den Antriebszapfen 11 unter Freilassung eines Regenraums 14 umgibt. Die Hohlwelle 13 ist mittels einer Axiallagerung 15 direkt im Motorgehäuse abgestützt.

Die Hohlwellenmotoren 4 und 5 sind transversale Flußmotoren mit zylindrischen Magneten 16 und 17, die jeweils beidseitig von Wicklungen 18 und 19 umgeben sind.

Im Betrieb führt die Schnecke 2 prinzipiell zwei Bewegungen aus. Beim Einspritzen wird die Schnecke axial nach vorne geschoben und rotiert nicht. Beim Plastifizieren rotiert die Schnecke 2 und wird durch das aufplastifizierte und in den Schneckenorraum (nicht dargestellt) gefördertes Material axial nach hinten geschoben. Dabei wird eine definierte Gegenkraft (Staudruck) aufgebracht.

Beim Einspritzen dreht der erste Hohlwellenmotor 4 die Spindelmutter 7, und die Schnecke 2 wird axial (in Fig. 1 nach links) verschoben. Der zweite Hohlwellenmotor 5 bleibt drehfest.

Beim Plastifizieren dreht der zweite Hohlwellenmotor 5 die Schnecke 2 über den Antriebszapfen 11 mit der erforderli-

chen Plastifizierdrehzahl. Dabei sollte der erste Hohlwellenmotor 4 mit annähernd der gleichen Drehzahl wie der zweite Hohlwellenmotor 5 drehen, wobei sich aus der Drehzahldifferenz die Rücklaufgeschwindigkeit der Schnecke 2 ergibt.

Bei dem bekannten mechanischen Aufbau wird das in Figur 2 schematisch dargestellte Regelsystem verwendet. Dabei werden einem ersten Regelkreis Geschwindigkeitssollwerte  $v(s)$  (beziehungsweise Drehzahlsollwerte) vorgegeben, die in einem Profilglied 20 in zeitabhängige Geschwindigkeitsdaten (bzw. Drehzahldaten)  $v(t)$  gewandelt werden. Diese Daten werden in einem Ruckbegrenzer bzw. Filterglied 22 in ruckbegrenzte Geschwindigkeit bzw. Drehzahldaten  $v_R(t)$  und in geschwindigkeitsabhängige Positionsdaten ( $s(t)$ ) gewandelt. Diese Positionsdaten werden einem Subtraktionsglied 23 zusammen mit Ist-Positionsdaten zugeführt und nach einer Multiplikation mit einer Konstanten in einem Multiplikationsglied 26 einem Addierer 28.

Die zeitabhängigen Geschwindigkeits- bzw. Drehzahldaten werden, ggf. nach einer Multiplikation in einem Multiplikationsglied 24, ebenfalls dem Addierer 28 zugeführt. Der Ausgang des Addierers 28 liefert das Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal  $v_5$  für den Umrichter (nicht dargestellt) des Motors 5.

In einem zweiten Steuer- bzw. Regelkreis werden positionsabhängige Druckdaten  $p(s)$  vorgegeben und einem Subtraktionsglied 30 zugeführt. Von diesen Daten wird im Subtraktionsglied 30 der aktuelle Druckwert  $p_{ist}$  abgezogen, und das Ergebnis wird über ein PI-Glied 24 und ein Konstanten-Multiplikationsglied 36 einem Addierer 38 zugeführt. Die Ausgabe des Addierers 38 wird einem Begrenzungsglied 40 zugeführt, in dem die Ausgabe des Addierers 38 auf den Maximalwert  $v_{max}$ , der für eine Geschwindigkeit- bzw. Drehzahl zulässig ist, begrenzt wird. Die daran anschließende Struktur

des Regelkreises entspricht dem ersten Steuer- bzw. Regelkreis, und die Elemente 42, 46, 48, 50 und 52 entsprechen den Elementen 22, 23, 24, 26 und 28 des ersten Regelkreises. Der Ausgang des zweiten Regelkreises liefert mit  $v_4$  das Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal zur Ansteuerung des Umrichters (nicht dargestellt) des Motors 4.

Erfindungsgemäß sind die beiden oben dargestellten Steuer- bzw. Regelkreise miteinander gekoppelt, und zwar über einen Zweig 44, der das zeitabhängige Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlsignal des Regelkreises für den Motor 5 als Geschwindigkeits- bzw. Drehzahlvorgabewert 44 dem Addierer 38 des Regelkreises für den Motor 4 zuführt. Somit erhalten beide Motoren zunächst den gleichen Vorgabewert für die Drehzahl, und in den Gliedern 30, 32 und 36 wird die für einen Druckvorgabewert erforderliche Drehzahldifferenz ermittelt und dem Drehzahlvorgabewert im Addierer 38 aufaddiert.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem ersten Motor (4), der mit einer ersten Drehzahl dreht, zum Verschieben einer Schnecke (2) in Axialrichtung und einem zweiten Motor (5), der mit einer zweiten Drehzahl dreht, zum Drehen der Schnecke (2), wobei der erste und der zweite Motor (4, 5) auf eine gemeinsame Welle (6) wirken, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß man zur Änderung des Staudrucks die Differenz der Drehzahlen ( $v_4$ ,  $v_5$ ) der Motoren ändert.

2. Verfahren nach Anspruch 1 mit einem ersten Regelkreis zum Bestimmen der Drehzahl des ersten Motors (4) und einem zweiten Regelkreis zum Bestimmen der Drehzahl des zweiten Motors (5), wobei ein Drehzahlwert ( $v_R$ ) des zweiten Regelkreises als Drehzahl-Vorgabewert dem ersten Regelkreis vorgegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß man in dem ersten Regelkreis eine Soll-Ist-Differenz für den Staudruck ermittelt, davon abhängig eine Drehzahldifferenz ermittelt und zu der Drehzahldifferenz den Vorgabewert aus dem zweiten Regelkreis addiert.



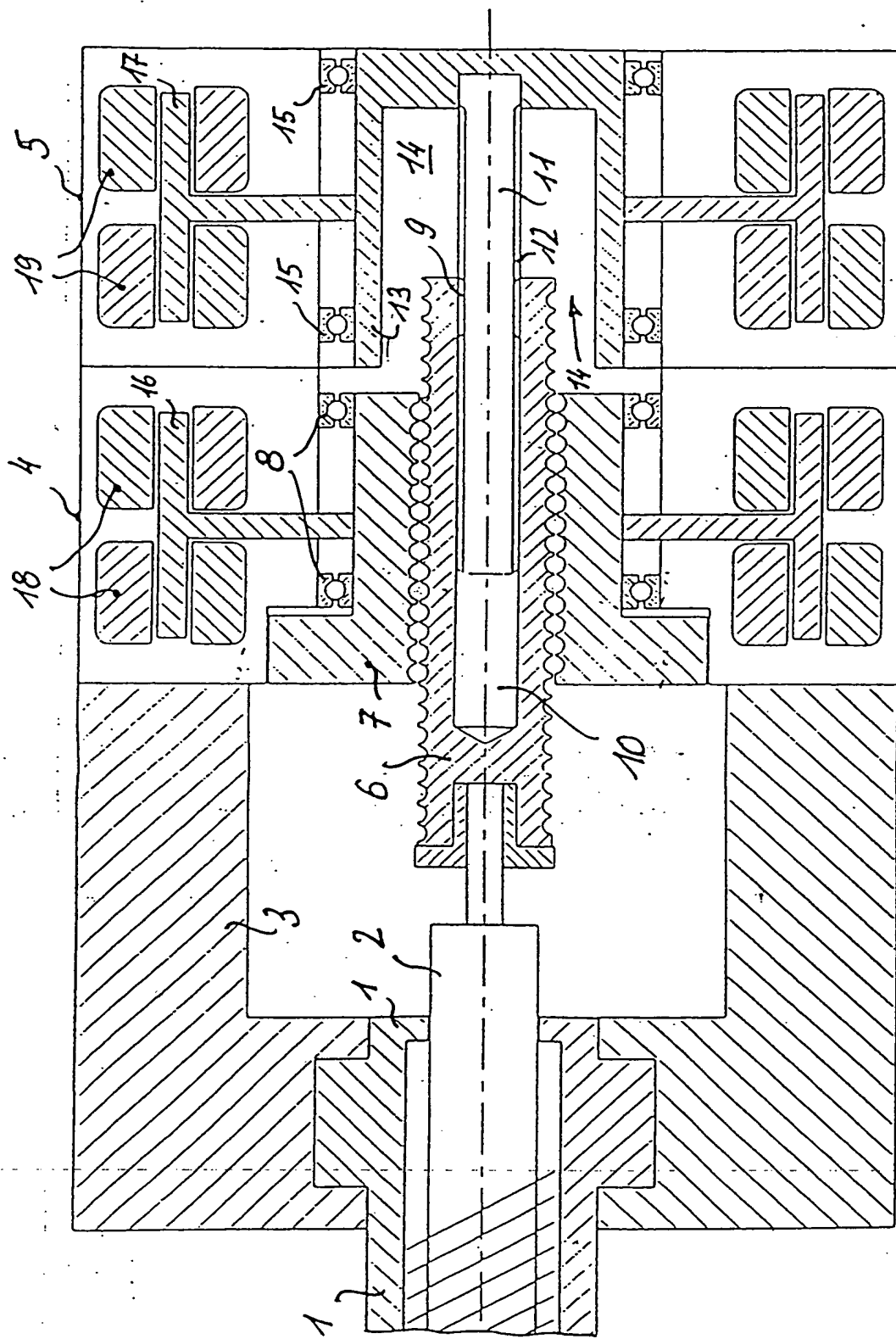
### Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Regelverfahren zum Regeln des Staudrucks in einer Spritzgießmaschine mit einem ersten Motor, der eine Schnecke axial verschiebt, und einem zweiten Motor, der die Schnecke dreht, wobei beide Motoren auf eine gemeinsame Welle wirken.

Zur Regelung des Staudrucks wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen Geschwindigkeitsvorgabewert  $v_R$  zur Regelung des zweiten Motors (5) einem Regelkreis zur Regelung der Geschwindigkeit bzw. Drehzahl des ersten Motors (4) als Drehzahl-Sollvorgabewert zuzuführen. Auf diese Weise wird der Staudruck abhängig von einer Druckdifferenz über den Drehzahlunterschied der beiden Motoren geregelt.

(Fig. 2)

Fig. 1



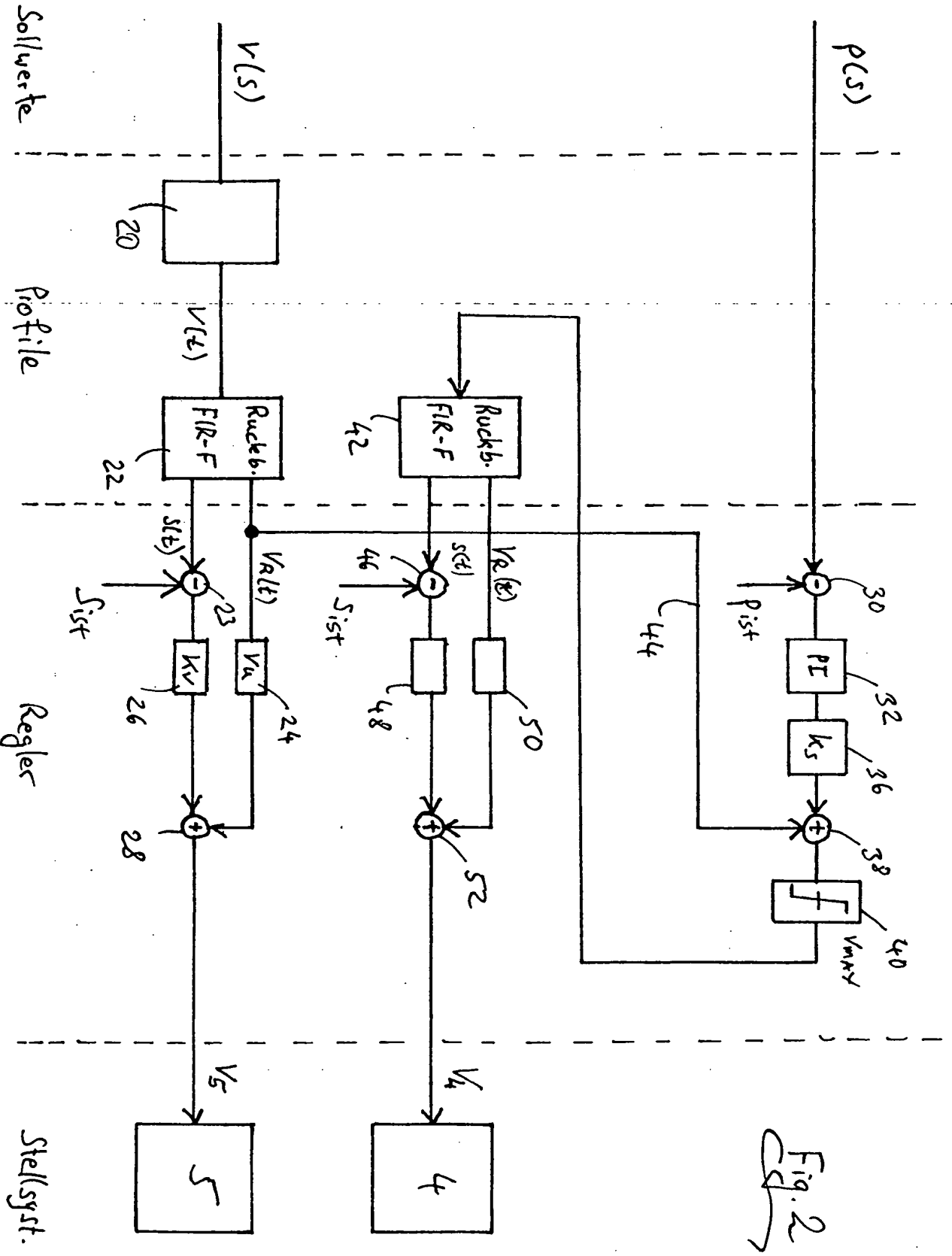


Fig. 2